

## VIBRATION ACTUATOR

Patent Number: JP2000023475  
Publication date: 2000-01-21  
Inventor(s): SATANI DAISUKE  
Applicant(s):: NIKON CORP  
Requested Patent: ☐ JP2000023475 (JP00023475)  
Application Number: JP19980191388 19980707  
Priority Number(s):  
IPC Classification: H02N2/00  
EC Classification:  
Equivalents:

---

### Abstract

---

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To detect movement without increase in size and cost and moreover without any interference on the drive characteristic.

**SOLUTION:** This vibration actuator includes a stator 21 for generating vibration on an elastic body 22 by exciting an electric-mechanical transducer 23 and a rotor 24 to be pressurized in contact with the stator 21 for making the relative movement against a vibrator 21 due to the vibration thereof. The elastic body 22 is provided with a projection area 22a which is in contact with the rotor 24, the projected area 22a includes a first contact area 22a-1 which is in contact during movement in the first direction 1 and a second contact area 22a-2 which is in contact during movement in the second direction 2, the first contact area 22a-1 is formed like in an arc, while the second contact area 22a-2 is formed like in an edge. A moving direction detecting means is also provided to detect the moving direction on the basis of the contact detection signal of the first and second contact areas.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2000-23475

(P 2000-23475 A)

(43) 公開日 平成12年1月21日 (2000. 1. 21)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>

H02N 2/00

識別記号

F I

H02N

2/00

テーマコード\* (参考)

C 5H680

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L

(全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平10-191388

(22) 出願日 平成10年7月7日 (1998. 7. 7)

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 佐谷 大助

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式

会社ニコン内

(74) 代理人 100092576

弁理士 鎌田 久男

Fターム(参考) 5H680 AA00 AA08 AA19 BB03 BB13

BB16 CC02 CC05 DD01 DD02

DD15 DD23 DD53 DD66 DD72

DD87 DD92 EE11 EE21 EE22

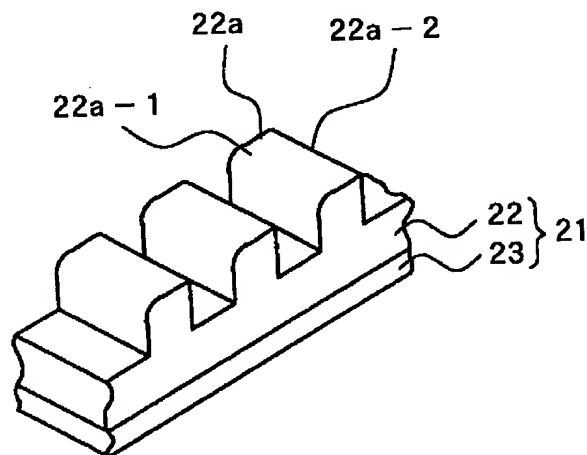
EE23 FF04 FF08 FF33

(54) 【発明の名称】 振動アクチュエータ装置

(57) 【要約】

【課題】 大型化やコストアップにならず、しかも、駆動特性などを阻害することがなく、移動検出ができる。

【解決手段】 電気機械変換素子 23 の励振により弾性体 22 に振動を発生するステータ 21 と、ステータ 21 に加圧接触し、その振動によって振動子 21 との間で相對運動を行うロータ 24 とを含み、弾性体 22 は、ロータ 24 と接触する突起部 22a を備え、突起部 22a は、第1方向 1 への移動時に接触する第1接触部 22a-1 と、第2方向 2 への移動時に接触する第2接触部 22a-2 とを有し、第1接触部 22a-1 は円弧状であり、第2接触部 22a-2 はエッジ状である。そして、第1又は第2の接触部の接触検出信号に基づいて、移動方向を検出する移動方向検出部を備える。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 電気機械変換素子の励振により弾性体に振動を発生する振動子と、

前記振動子に加圧接触し、その振動によって前記振動子との間で相対運動を行う相対運動部材とを含む振動アクチュエータ装置において、

前記弾性体は、前記相対運動部材と接触する突起部を備え、

前記突起部は、第 1 移動方向への移動時に接触する第 1 接触部と、第 2 移動方向への移動時に接触する第 2 接触部とを有し、

前記第 1 接触部と前記第 2 接触部とは、形状が異なることを特徴とする振動アクチュエータ装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の振動アクチュエータ装置において、

前記第 1 接触部は、円弧状であり、

前記第 2 接触部は、エッジ状であることを特徴とする振動アクチュエータ装置。

【請求項 3】 請求項 1 又は請求項 2 に記載の振動アクチュエータ装置において、

前記第 1 又は第 2 の接触部に応じた接触検出信号に基づいて、移動方向を検出する移動方向検出部を備えたことを特徴とする振動アクチュエータ装置。

【請求項 4】 請求項 1 又は請求項 2 に記載の振動アクチュエータ装置において、

前記振動子と前記相対運動部材との相対移動量を検出する移動量検出部を備えたことを特徴とする振動アクチュエータ装置。

【請求項 5】 請求項 3 又は請求項 4 に記載の振動アクチュエータ装置において、

前記電気機械変換素子へ印加される駆動信号、前記振動子の振動を検出するピックアップ信号、又は、前記移動量検出部の移動量検出信号に基づいて、前記接触検出信号を検出する接触信号検出部を備えたことを特徴とする振動アクチュエータ装置。

【請求項 6】 電気機械変換素子の励振により弾性体に振動を発生する振動子と、

前記振動子に加圧接触し、その振動によって前記振動子との間で相対運動を行う相対運動部材とを含む振動アクチュエータ装置において、

前記弾性体は、前記相対運動部材と接触する突起部を備え、

前記突起部は、第 1 移動方向への移動時に接触する第 1 接触部と、第 2 移動方向への移動時に接触する第 2 接触部とを有し、

前記突起部は、前記第 1 接触部と前記第 2 接触部とが異なる形状の第 1 突起部と、前記第 1 接触部と前記第 2 接触部とが同一形状の第 2 突起部とが配列されていることを特徴とする振動アクチュエータ装置。

【請求項 7】 請求項 6 に記載の振動アクチュエータ装

置において、

前記第 1 の突起部は、前記第 1 接触部が円弧状であり、前記第 2 接触部がエッジ状であることを特徴とする振動アクチュエータ装置。

【請求項 8】 請求項 6 に記載の振動アクチュエータ装置において、

前記第 1 の突起部と前記第 2 の突起部とは、交互に配列されていることを特徴とする振動アクチュエータ装置。

【請求項 9】 請求項 6 に記載の振動アクチュエータ装置において、

前記突起部が複数配列されており、その複数の突起部に対して、前記第 1 の接触部の配列と、前記第 2 の接触部の配列とは、パターンが異なることを特徴とする振動アクチュエータ装置。

【請求項 10】 請求項 6 から請求項 9 までのいずれか 1 項に記載の振動アクチュエータ装置において、

前記第 1 及び第 2 接触部の接触検出信号に基づいて、移動方向を検出する移動方向検出部を備えたことを特徴とする振動アクチュエータ装置。

【請求項 11】 請求項 6 から請求項 10 までのいずれか 1 項に記載の振動アクチュエータ装置において、

前記第 1 又は第 2 接触部に応じた接触検出信号に基づいて、移動量を検出する移動量検出部を備えたことを特徴とする振動アクチュエータ装置。

【請求項 12】 請求項 10 又は請求項 11 に記載の振動アクチュエータ装置において、

前記電気機械変換素子へ印加される駆動信号、前記振動子の振動を検出するピックアップ信号に基づいて、前記接触検出信号を検出する接触信号検出部を備えたことを特徴とする振動アクチュエータ装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、振動子に発生した振動（振動波）によって、相対運動部材を相対移動する振動アクチュエータ装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 振動アクチュエータは、超音波振動を利用したもの、超音波以外の各種振動を利用したものとがあり、一般的に、超音波モータ、表面波モータ、振動モータなどと呼ばれている。この振動アクチュエータの種類は、回転タイプ、リニアタイプ等があり、また、振動子の形態によって、平板タイプ、ロッドタイプ等がある。

【0003】 従来の振動アクチュエータ装置は、外部に精度の良い移動検出器を装備して、移動を検出していた。また、特開平 5-276767 号、特開平 8-80071 号、特開平 10-28386 号等の技術がある。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、前述した従来の振動アクチュエータ装置は、精度の良い移動検出器を

装備していたので、その移動検出器が一般に大きく、製品の小型化を阻害する、という問題があった。そのうえ、精度の良い移動検出器は、高価でもあり、コストアップの原因となっていた。

【0005】また、特開平5-276767号や特開平8-80071号は、回転方向を検出できないという問題がある。また、移動検出器のみで回転方向を検出するためには、複数相の出力信号が必要となり、検出面積がより大きくなるので、装置を大きくしてしまう、という問題があった。

【0006】一方、特開平10-28386号は、外部に接触駆動する負荷を用いることになり、特性が低下するうえ、小型化できないという問題があった。

【0007】本発明は、大型化やコストアップにならず、しかも、駆動特性などを阻害することがなく、移動検出ができる振動アクチュエータ装置を提供することを課題とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決するために、請求項1の発明は、電気機械変換素子の励振により弾性体に振動を発生する振動子と、前記振動子に加圧接触し、その振動によって前記振動子との間で相対運動を行う相対運動部材とを含む振動アクチュエータ装置において、前記弾性体は、前記相対運動部材と接触する突起部を備え、前記突起部は、第1移動方向への移動時に接触する第1接触部と、第2移動方向への移動時に接触する第2接触部とを有し、前記第1接触部と前記第2接触部とは、形状が異なることを特徴とする振動アクチュエータ装置である。

【0009】請求項2の発明は、請求項1に記載の振動アクチュエータ装置において、前記第1接触部は、円弧状であり、前記第2接触部は、エッジ状であることを特徴とする振動アクチュエータ装置である。

【0010】請求項3の発明は、請求項1又は請求項2に記載の振動アクチュエータ装置において、前記第1又は第2の接触部に応じた接触検出信号に基づいて、移動方向を検出する移動方向検出部を備えたことを特徴とする振動アクチュエータ装置である。

【0011】請求項4の発明は、請求項1又は請求項2に記載の振動アクチュエータ装置において、前記振動子と前記相対運動部材との相対移動量を検出する移動量検出部を備えたことを特徴とする振動アクチュエータ装置である。

【0012】請求項5の発明は、請求項3又は請求項4に記載の振動アクチュエータ装置において、前記電気機械変換素子へ印加される駆動信号、前記振動子の振動を検出するピックアップ信号、又は、前記移動量検出部の移動量検出信号に基づいて、前記接触検出信号を検出する接触信号検出部を備えたことを特徴とする振動アクチュエータ装置である。

【0013】請求項6の発明は、電気機械変換素子の励振により弾性体に振動を発生する振動子と、前記振動子に加圧接触し、その振動によって前記振動子との間で相対運動を行う相対運動部材とを含む振動アクチュエータ装置において、前記弾性体は、前記相対運動部材と接触する突起部を備え、前記突起部は、第1移動方向への移動時に接触する第1接触部と、第2移動方向への移動時に接触する第2接触部とを有し、前記突起部は、前記第1接触部と前記第2接触部とが異なる形状の第1突起部と、前記第1接触部と前記第2接触部とが同一形状の第2突起部とが配列されていることを特徴とする振動アクチュエータ装置である。

【0014】請求項7の発明は、請求項6に記載の振動アクチュエータ装置において、前記第1の突起部は、前記第1接触部が円弧状であり、前記第2接触部がエッジ状であることを特徴とする振動アクチュエータ装置である。

【0015】請求項8の発明は、請求項6に記載の振動アクチュエータ装置において、前記第1の突起部と前記第2の突起部とは、交互に配列されていることを特徴とする振動アクチュエータ装置である。

【0016】請求項9の発明は、請求項6に記載の振動アクチュエータ装置において、前記突起部が複数配列されており、その複数の突起部に対して、前記第1の接触部の配列と、前記第2の接触部の配列とは、パターンが異なることを特徴とする振動アクチュエータ装置である。

【0017】請求項10の発明は、請求項6から請求項9までのいずれか1項に記載の振動アクチュエータ装置において、前記第1及び第2接触部の接触検出信号に基づいて、移動方向を検出する移動方向検出部を備えたことを特徴とする振動アクチュエータ装置である。

【0018】請求項11の発明は、請求項6から請求項10までのいずれか1項に記載の振動アクチュエータ装置において、前記第1又は第2接触部に応じた接触検出信号に基づいて、移動量を検出する移動量検出部を備えたことを特徴とする振動アクチュエータ装置である。

【0019】請求項12の発明は、請求項10又は請求項11に記載の振動アクチュエータ装置において、前記電気機械変換素子へ印加される駆動信号、前記振動子の振動を検出するピックアップ信号に基づいて、前記接触検出信号を検出する接触信号検出部を備えたことを特徴とする振動アクチュエータ装置である。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、図面などを参照しながら、実施の形態をあげ、本発明をさらに詳細に説明する。

(第1実施形態)図1は、本発明による振動アクチュエータ装置の第1実施形態を示す断面図、図2は、第1実施形態による振動アクチュエータ装置に用いる振動アクチュエータを抜き出して示した斜視図である。この実施

形態の振動アクチュエータ装置は、レンズ鏡筒に組み込まれており、超音波領域の振動に使用して駆動する超音波モータを例にして説明する。

【0021】この振動アクチュエータ20は、ステータ(振動子)21と、ロータ(相対運動部材)24とを備えており、ステータ21に発生する超音波振動を利用して、ロータ24を駆動するものである。

【0022】ステータ21は、円環状部材の一方の面に複数の突起部22a(図2、図3参照)が形成された弾性体22と、弾性体22の他方の面に接合され、高周波電圧を印加することにより振動して、弾性体22を励振する圧電体などの電気機械変換素子23とを備えている。

【0023】ロータ24は、ロータ母材25と、ロータ母材25の接着されたスライダ材26とを備えている。ロータ母材25は、振動波による振動を受けて振動するロータ振動部25aと、このロータ振動部25aの中立軸近傍から延び、ロータ振動部25aを支持するフランジ状のロータ支持部材25bと、ステータ21からの駆動力を外部に伝えと共に、加圧力を伝達するロータ伝達部25c等とから構成されている。スライダ材26は、ロータ母材25のロータ振動部25aに接着されており、ステータ21との摺動を円滑にする部材である。

【0024】ステータ21は、ステータ固定部材8に固定されている。このステータ固定部材8は、固定部9にねじ結合されている。ロータ24は、回転補助部材4と連結されている。この回転補助部材4は、加圧力をロータ24に伝達するように配置されている。この回転補助部材4は、ロータ伝達部25cを受けるロータ受け部材4aと、ボール4b、リテーナ4c、ボール位置調整部材4d、ボール受け部材4e等とから構成されている。回転補助部材4には、伝達ピン10が取り付けられており、この伝達ピン10に伝達された駆動力は、被駆動力伝達部材11を経由して、合焦レンズなどの被駆動部材12に伝達される。

【0025】加圧部材6は、ロータ24をステータ21に加圧するための部材であり、発生した加圧力は、加圧力伝達部材5により、回転補助部材4に伝達されるように構成されている。加圧力調整部材7は、加圧部材6の加圧力を調整するためのものであり、加圧力調整部材7の位置により、加圧部材6から発生する加圧力が調整することができる。加圧部材6により、ロータ24がステータ21に加圧接触され、電気機械変換素子23の励振により弾性体21に発生した振動波により、ロータ24が駆動される。

【0026】エンコーダ13は、ロータ24の回転量を検出するためのものであり、被駆動力伝達部材11に固定部材14aにより取り付けられた単相のエンコーダスケール14と、固定部16が取り付けられ、エンコーダスケール14を用いて回転信号を得るエンコーダ素子1

5とを備えている。

【0027】図3、図4は、第1実施形態による振動アクチュエータ装置を示す図であって、図3は、振動アクチュエータを展開した状態で示す模式図、図4は、ステータを示す斜視図である。図5、図6は、第1実施形態による振動アクチュエータ装置の回転方向検出の原理を示す図であって、図5は、移動方向ごとの弾性体の表面の運動軌跡を示す図、図6は、移動方向ごとの検出信号を示す図である。

【0028】弾性体22は、ロータ24と複数の突起部22aによって接触しており、図3に示すように、弾性体22に発生した振動波によって、突起部22aが順次ロータ24と接触する。各突起部22aは、第1方向1への移動時に接触する第1接触部22a-1と、第2方向2への移動時に接触する第2接触部22a-2とを有している。第1接触部22a-1と第2接触部22a-2とは、形状が異なっており、図4に示すように、第1接触部22a-1は、断面円弧状であり、第2接触部22a-2は、断面エッジ状である。

【0029】突起部22aは、図3に示すように振動し、その表面の運動軌跡が図5に示すように、楕円運動となる。ここで、ロータ24が第1方向1へ移動するときには、図5(a)に示すように、突起部22aは、反時計方向の楕円運動を行い、接触範囲Aでロータ24と接しており、ロータ24が第2方向2へ移動するときには、図5(b)に示すように、突起部22aは、時計方向の楕円運動を行い、接触範囲Bでロータ24と接していると考えられる。

【0030】以上のように、振動波の方向により、ステータ21の表面に発生する楕円運動の回転方向が変わり、突起部22aとロータ24との接触の仕方が変化する。本実施形態では、このことを利用して、図4に示すように、ロータ21の移動方向に対応して、弾性体22の突起部22aに、断面円弧状の第1接触部22a-1と、断面エッジ状の第2接触部22a-2を形成し、接触部の加工を変化させることによって、図6に示すような、接触信号を得るようにしたものである。

【0031】この接触信号は、図6(a)に示すように、第1方向1へ移動する(断面円弧状の第1接触部22a-1と接触する)ときには、平滑である。また、図6(b)に示すように、第2方向2へ移動する(断面エッジ状の第2接触部22a-2と接触する)ときには、急峻な部分が現れる。本件発明者は、この接触信号がステータ21に設けたピックアップ電極の出力や、回転信号、入力電流などに現れることを見いだして、本発明をするに至った。この接触信号を使用すれば、急峻な部分が無いにあるかによって、ロータ24の移動方向が第1方向1か第2方向2かを検出することができる。

【0032】図7～図9は、第1実施形態による振動アクチュエータ装置を示すシステムブロック図である。図

7のシステム30Aは、駆動命令を受けて制御信号を発生する制御手段31と、制御手段31からの制御信号によって所定の電圧、周波数の高周波電圧を発振する発振器32と、発振器32からの高周波電圧の位相を90°変化させる移相器33と、移相器33からの高周波電圧を増幅して、振動アクチュエータ20のA相の電気機械変換素子23aに接続する増幅器34Aと、発振器32からの高周波電圧をそのまま増幅して、振動アクチュエータ20のB相の電気機械変換素子23bに接続する増幅器34Bと、振動アクチュエータ20の移動量を検出して、移動速度信号を制御手段31に出力する移動検出器(図1のエンコーダ13に相当する)35と、増幅器34Bからの電気機械変換素子23bへの入力電流を検出する電流検出手段36と、電流検出手段36の電流値(図6参照)に基づいて、移動方向信号を生成して、制御手段31に接続するパルス検出手段37などを備えている。図7のシステム30Aは、入力電流に発生するパルス列を検出することによって、移動方向を得ることができる。

【0033】図8のシステム30Bは、図7のシステム30Aの電流検出手段36に代えて、ステータ21に設けられたピックアップ用の電気機械変換素子23pからのピックアップ信号を検出するピックアップ信号検出手段38を設けたものであり、それ以外は、図7のシステム30Aと略同じものである。図8のシステム30Bは、ピックアップ用の電気機械変換素子23pの電極からの信号に発生するパルス列を検出することによって、移動方向を得ることができる。

【0034】図9のシステム30Cは、図7のシステム30Aの電流検出手段36に代えて、移動検出器35の周波数を電圧信号に変換する周波数-電圧信号変換手段39を設けたものであり、それ以外は、図7のシステム30Aと略同じものである。図9のシステム30Cは、移動量を検出する移動検出器35からのパルス列を周波数-電圧変換することによって、移動速度に対応した電圧値にパルスが発生して、移動方向を得ることができる。なお、図7の電流検出手段36とパルス検出手段37、図8のピックアップ信号検出手段38とパルス検出手段37、及び、図9の周波数-電圧信号変換手段38とパルス検出手段37によって、接触信号を検出する接触信号検出部を構成している。

【0035】図10は、第1実施形態による振動アクチュエータの移動方向を得るための動作を示すフローチャートである。制御手段31は、入力電流(又はピックアップ電極の出力、移動速度に対応した電圧値)等の検出信号を獲得し(S101)、特定のパルスが検出されたか否かを判定し(S102)、検出できた場合には(YES)、移動方向2として移動方向信号を設定する(S103)。一方、特定のパルスが検出されなかった場合には(NO)、移動方向1として移動方向信号を設定す

る(S104)。そして、移動方向信号を出力して(S105)、処理を終了する。

【0036】以上のように本実施形態によれば、複数相の移動検出信号を発生する移動検出器を用いる必要がなくなり、装置を小型化できるとともに、外部に接触駆動する負荷も用いることもしないので、特性の低下も起こさずに、移動方向を検出することができるようになった。

【0037】なお、第1実施形態では、単相のエンコーダ13を用いた例を示したが、本出願人による特開昭63-206173号の方式により、弾性体に設けた突起を使用した回転検出方式を用いれば、外部にエンコーダを配置することがなく、よりスペース効率を向上させることができる。

【0038】(第2実施形態)図11は、本発明による振動アクチュエータ装置の第2実施形態を示す断面図、図12は、第2実施形態による振動アクチュエータ装置に用いる振動アクチュエータを抜き出して示した斜視図である。なお、第1実施形態と同様な機能を果たす部分には、同一の符号又は末尾に共通する符号を付して、説明する。この実施形態の振動アクチュエータ装置も、レンズ鏡筒に組み込まれており、超音波領域の振動に使用して駆動する超音波モータを例にして説明する。

【0039】この振動アクチュエータ20Bは、ステータ(振動子)21Bと、ロータ(相対運動部材)24とを備えており、ステータ21Bに発生する超音波振動を利用して、ロータ24を駆動するものである。

【0040】ステータ21Bは、円環状部材の一方の面に複数の突起部22a、22b(図12、図13参照)が形成された弾性体22Bと、弾性体22Bの他方の面に接合され、高周波電圧を印加することにより振動して、弾性体22Bを励振する圧電体などの電気機械変換素子23とを備えている。

【0041】ロータ24は、ロータ母材25と、ロータ母材25の接着されたスライダ材26とを備えている。ロータ母材25は、振動波による振動を受けて振動するロータ振動部25aと、このロータ振動部25aの中立軸近傍から延び、ロータ振動部25aを支持するフランジ状のロータ支持部材25bと、ステータ21Bからの駆動力を外部に伝えとともに、加圧力を伝達するロータ伝達部25cなどと構成されている。スライダ材26は、ロータ母材25のロータ振動部25aに接着されており、ステータ21Bとの摺動を円滑にする部材である。

【0042】ステータ21Bは、ステータ固定部材8に固定されている。このステータ固定部材8は、固定部9にねじ結合されている。ロータ24は、回転補助部材4と連結されている。この回転補助部材4は、加圧力をロータ24に伝達するように配置されている。この回転補助部材4は、ロータ伝達部25cを受けるロータ受け部

材 4 a と、ボール 4 b、リテーナー 4 c、ボール位置調整部材 4 d、ボール受け部材 4 e 等とから構成されている。回転補助部材 4 には、伝達ピン 10 が取り付けられており、この伝達ピン 10 に伝達された駆動力は、被駆動力伝達部材 11 を経由して、合焦レンズなどの被駆動部材 12 に伝達される。

【0043】加圧部材 6 は、ロータ 24 をステータ 21 B に加圧するための部材であり、発生した加圧力は、加圧力伝達部材 5 により、回転補助部材 4 に伝達されるように構成されている。加圧力調整部材 7 は、加圧部材 6 の加圧力を調整するためのものであり、加圧力調整部材 7 の位置により、加圧部材 6 から発生する加圧力が調整することができる。加圧部材 6 により、ロータ 24 がステータ 21 B に加圧接触され、電気機械変換素子 23 の励振により弾性体 21 に発生した振動波により、ロータ 24 が駆動される。

【0044】図 13、図 14 は、第 2 実施形態による振動アクチュエータ装置を示す図であって、図 13 は、振動アクチュエータを展開した状態で示す模式図、図 14 は、ステータを示す斜視図である。図 15、図 16 は、第 2 実施形態による振動アクチュエータ装置の回転方向・回転速度検出の原理を示す図であって、図 15 は、移動方向ごとの弾性体の表面の運動軌跡を示す図、図 16 は、移動方向ごとの検出信号を示す図である。

【0045】弾性体 22 B は、ロータ 24 と複数の突起部 22 a、22 b によって接触しており、図 3 に示すように、弾性体 22 B に発生した振動波によって、形状の異なる突起部 22 a、22 b が順次ロータ 24 と接触する。突起部 22 a は、第 1 方向 1 への移動時に接触する第 1 接触部 22 a-1 と、第 2 方向 2 への移動時に接触する第 2 接触部 22 a-2 とを有している。第 1 接触部 22 a-1 と第 2 接触部 22 a-2 とは、形状が異なり、図 14 に示すように、第 1 接触部 22 a-1 は、断面円弧状であり、第 2 接触部 22 a-2 は、断面エッジ状である。

【0046】また、突起部 22 b は、第 1 方向 1 への移動時に接触する第 1 接触部 22 b-1 と、第 2 方向 2 への移動時に接触する第 2 接触部 22 b-2 とを有している。第 1 接触部 22 b-1 と第 2 接触部 22 b-2 とは、形状が同一であり、図 14 に示すように、共に断面エッジ状である。

【0047】突起部 22 a、22 b は、図 13 に示すように振動し、その表面の運動軌跡が図 15 に示すように、楕円運動となる。ここで、ロータ 24 が第 1 方向 1 へ移動するときには、図 15 (a) に示すように、突起部 22 a、22 b は、反時計方向の楕円運動を行い、接触範囲 A でロータ 24 と接しており、ロータ 24 が第 2 方向 2 へ移動するときには、図 15 (b) に示すように、突起部 22 a、22 b は、時計方向の楕円運動を行い、接触範囲 B でロータ 24 と接していると考えられ

る。

【0048】以上のように、振動波の方向により、ステータ 21 の表面に発生する楕円運動の回転方向が変わり、突起部 22 a、22 b とロータ 24 との接触の仕方が変化する。本実施形態では、このことを利用して、図 14 に示すように、ロータ 21 の移動方向に対応して、弾性体 22 B の突起部 22 a に、断面円弧状の第 1 接触部 22 a-1 と、断面エッジ状の第 2 接触部 22 a-2 を形成し、また、突起部 22 b に、断面エッジ状の第 1 及び第 2 接触部 22 b-1、22 b-2 を形成し、接触部の加工を変化させることによって、図 16 に示すような、接触信号を得るようにしたものである。

【0049】この接触信号は、図 16 (a) に示すように、第 1 方向 1 へ移動する（断面円弧状の第 1 接触部 22 a-1 と、断面エッジ状の第 1 接触部 22 b-1 が交互に接触する）ときには、所定の周期で平滑な部分と急峻な部分とが交互に現れる。また、図 16 (b) に示すように、第 2 方向 2 へ移動する（断面エッジ状の第 2 接触部 22 a-2、22 b-2 と接触する）ときには、連続して急峻な部分が現れる。つまり、回転方向によって、別のパターンが現れることがわかる。本件発明者は、この接触信号がステータ 21 に設けたピックアップ電極の出力や入力電流等に現れることを見だして、本発明をするに至った。この接触信号を使用すれば、急峻な部分の周期によって、ロータ 24 の移動方向が第 1 方向 1 か第 2 方向 2 かを検出することができると共に、移動速度にも検出することができる。

【0050】図 17、図 18 は、第 2 実施形態による振動アクチュエータ装置を示すシステムブロック図である。図 7 のシステム 30 D は、駆動命令を受けて制御信号を発生する制御手段 31 と、制御手段 31 からの制御信号によって所定の電圧、周波数の高周波電圧を発振する発振器 32 と、発振器 32 からの高周波電圧の位相を 90° 変化させる移相器 33 と、移相器 33 からの高周波電圧を増幅して、振動アクチュエータ 20 B の A 相の電気機械変換素子 23 a に接続する増幅器 34 A と、発振器 32 からの高周波電圧をそのまま増幅して、振動アクチュエータ 20 B の B 相の電気機械変換素子 23 b に接続する増幅器 34 B と、増幅器 34 B からの電気機械変換素子 23 b への入力電流を検出する電流検出手段 36 と、電流検出手段 36 の電流値（図 16 参照）に基づいて、移動方向信号及び移動速度信号を生成して、制御手段 31 に接続するパルス検出手段 37 などを備えている。図 17 のシステム 30 D は、入力電流に発生するパルス列を検出することによって、移動方向及び移動速度を得ることができる。

【0051】図 18 のシステム 30 E は、図 17 のシステム 30 A の電流検出手段 36 に変えて、ステータ 21 B に設けられたピックアップ用の電気機械変換素子 23 p からピックアップ信号を検出するピックアップ信号

検出手段 38 を設けたものであり、それ以外は、図 17 のシステム 30A と略同じものである。図 18 のシステム 30E は、ピックアップ用の電気機械変換素子 23p の電極からの信号に発生するパルス列を検出することによって、移動方向及び移動速度を得ることができる。なお、図 17 の電流検出手段 36 とパルス検出手段 37、及び、図 18 のピックアップ信号検出手段 38 とパルス検出手段 37 によって、接触信号を検出する接触信号検出部を構成している。

【0052】図 19 は、第 2 実施形態による振動アクチュエータの移動方向を得るための動作を示すフローチャートである。制御手段 31 は、入力電流（又はピックアップ電極の出力）等の検出信号を獲得し（S201）、どちらの特定のパルスが検出されたか否かを判定し（S202）、第 2 方向 2 が検出できた場合には、移動速度 2 を演算する（S203）。一方、第 1 方向 1 が検出できた場合には、移動速度 1 を演算する（S204）。そして、移動方向・移動速度信号を出力して（S205）、処理を終了する。

【0053】以上のように第 2 実施形態によれば、外部に移動検出器を取りつけることなく、複数相の移動検出信号を発生する移動検出器をも用いることがなくなり、装置を小型化できる。また、外部に接触駆動する負荷も用いることもしないので、特性の低下も起こさずに、移動方向と移動速度を検出することができるようになる。さらに、外部移動検出器を取りつけることがないので、コストも安くなる。

【0054】（変形形態）以上説明した実施形態に限定されることなく、種々の変形や変更が可能であって、それらも本発明の均等の範囲内である。前記各実施形態では、回転型を例にして説明したが、リニア型でも同様の効果が有る。また、縦振動 1 次と屈曲振動 4 次の振動の縮退を用いる L1-B4 型の振動アクチュエータについても、駆動力取出部を本発明のようにすれば、同様に移動方向などを検出することができる。

【0055】第 2 実施形態において、第 2 の突起部 22b は、少なくとも 1 個あればよく、また、2 つおき、3 つおきに配置されていてもよい。

【0056】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、大型化やコストアップにならず、しかも、駆動特性などを阻害することがなく、移動方向や移動量等を検出することができる、という効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明による振動アクチュエータ装置の第 1 実施形態を示す断面図である。

【図 2】第 1 実施形態による振動アクチュエータ装置に用いる振動アクチュエータを抜き出して示した斜視図である。

【図 3】第 1 実施形態による振動アクチュエータ装置に

用いる振動アクチュエータを展開した状態で示す模式図である。

【図 4】第 1 実施形態による振動アクチュエータ装置に用いるステータを示す斜視図である。

【図 5】第 1 実施形態による振動アクチュエータ装置の回転方向検出の原理を示す図であって、移動方向ごとの弾性体の表面の運動軌跡を示す図である。

【図 6】第 1 実施形態による振動アクチュエータ装置の回転方向検出の原理を示す図であって、移動方向ごとの検出信号を示す図である。

【図 7】第 1 実施形態による振動アクチュエータ装置（システム 30A）を示すシステムブロック図である。

【図 8】第 1 実施形態による振動アクチュエータ装置（システム 30B）を示すシステムブロック図である。

【図 9】第 1 実施形態による振動アクチュエータ装置（システム 30C）を示すシステムブロック図である。

【図 10】第 1 実施形態による振動アクチュエータの移動方向を得るための動作を示すフローチャートである。

【図 11】本発明による振動アクチュエータ装置の第 2 実施形態を示す断面図である。

【図 12】第 2 実施形態による振動アクチュエータ装置に用いる振動アクチュエータを抜き出して示した斜視図である。

【図 13】第 2 実施形態による振動アクチュエータ装置に用いる振動アクチュエータを展開した状態で示す模式図である。

【図 14】第 2 実施形態による振動アクチュエータ装置に用いるステータを示す斜視図である。

【図 15】第 2 実施形態による振動アクチュエータ装置の回転方向・回転速度検出の原理を示す図であって、移動方向ごとの弾性体の表面の運動軌跡を示す図である。

【図 16】第 2 実施形態による振動アクチュエータ装置の回転方向・回転速度検出の原理を示す図であって、移動方向ごとの検出信号を示す図である。

【図 17】第 2 実施形態による振動アクチュエータ装置（システム 30D）を示すシステムブロック図である。

【図 18】第 2 実施形態による振動アクチュエータ装置（システム 30E）を示すシステムブロック図である。

【図 19】第 2 実施形態による振動アクチュエータの移動方向を得るための動作を示すフローチャートである。

【符号の説明】

- 4 回転補助部材
- 5 加圧力伝達部材
- 6 加圧部材
- 7 加圧力調整部材
- 8 ステータ固定部材
- 9 固定部
- 10 伝達ピン
- 11 被駆動力伝達部材
- 12 被駆動部材



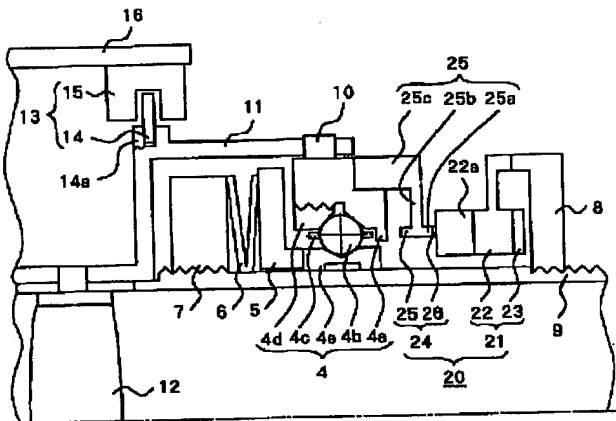
13

- 13 エンコーダ
- 14 エンコーダスケール
- 16 固定部
- 15 エンコーダ素子
- 20, 20B 振動アクチュエータ
- 21 ステータ (振動子)
- 22 弾性体
- 22a 突起部
- 22a-1 第1接触部
- 22a-2 第2接触部
- 22b 突起部
- 22b-1 第1接触部
- 22b-2 第2接触部
- 23 電気機械変換素子

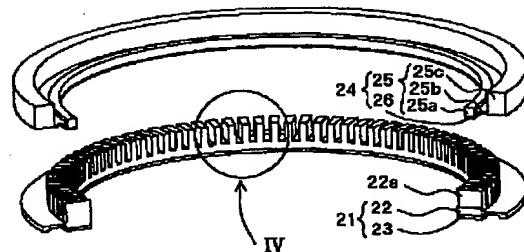
14

- 24 ロータ (相対運動部材)
- 25 ロータ母材
- 26 スライダー材
- 30 システム
- 31 制御手段
- 32 発振器
- 33 移相器
- 34A, 34B 増幅器
- 35 手動検出器
- 10 36 電流検出手段
- 37 パルス検出手段
- 38 ピックアップ信号検出手段
- 39 周波数-電圧信号変換手段

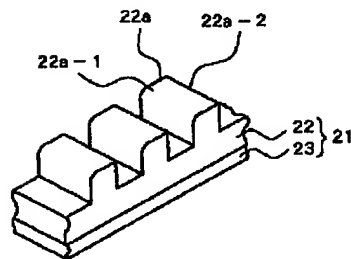
【図1】



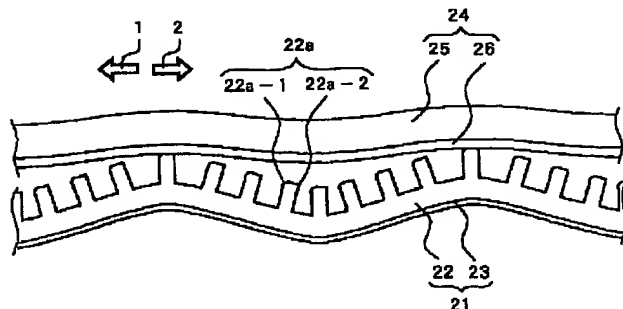
【図2】



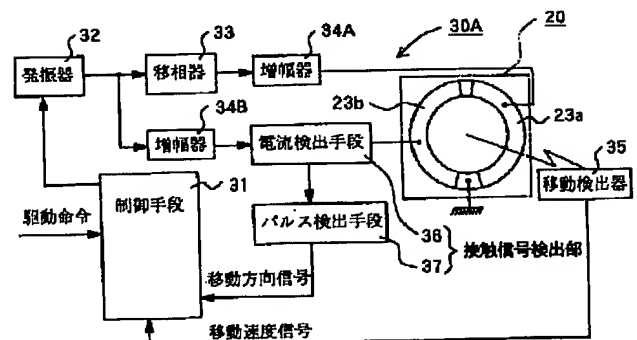
【図4】



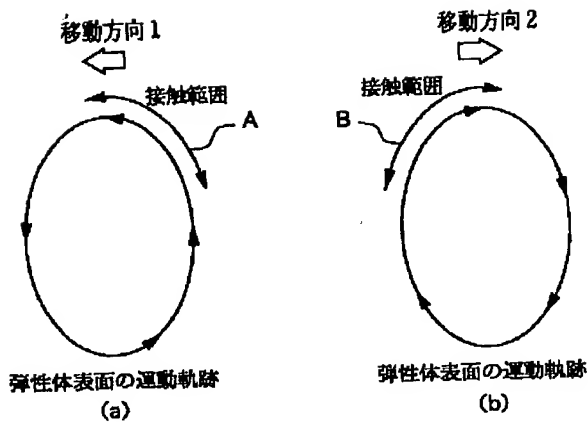
【図3】



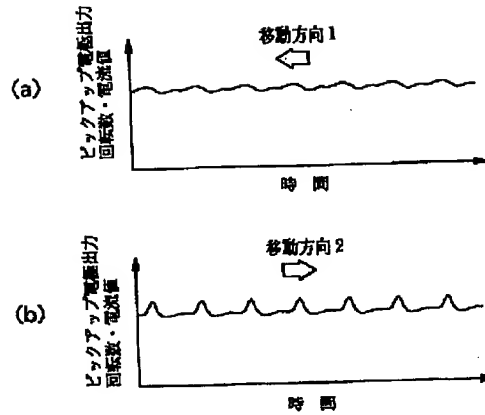
【図7】



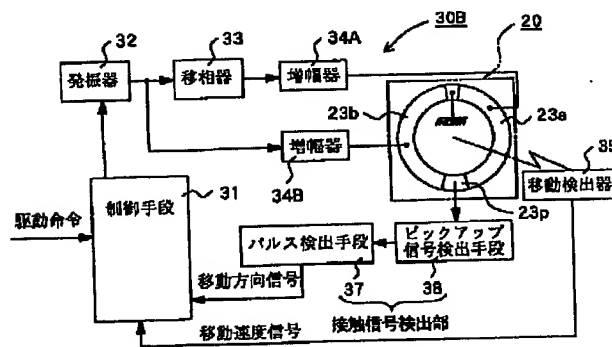
【図 5】



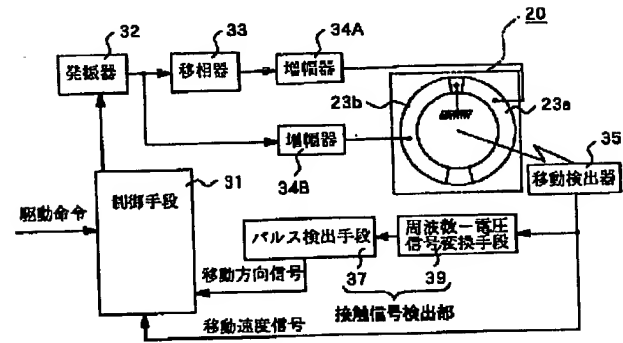
【図 6】



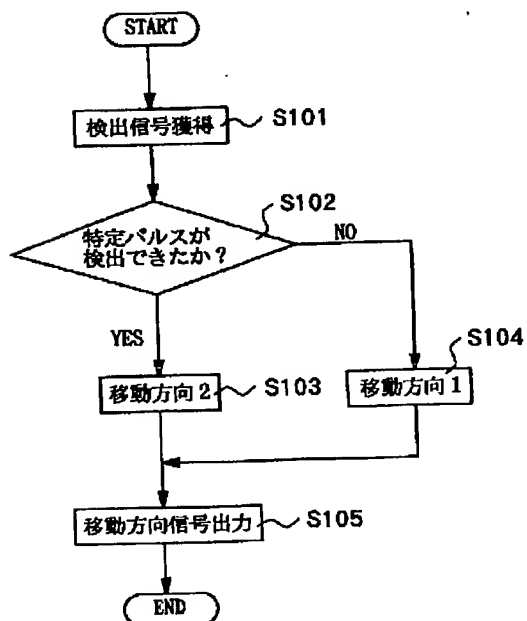
【図 8】



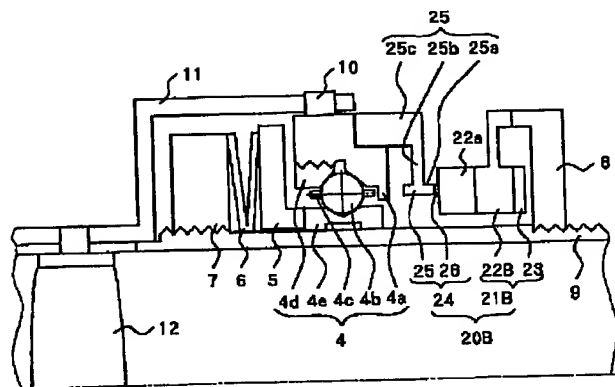
【図 9】



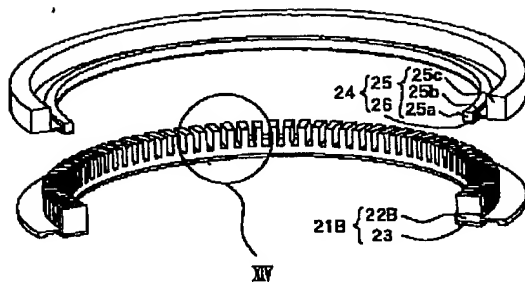
【図 10】



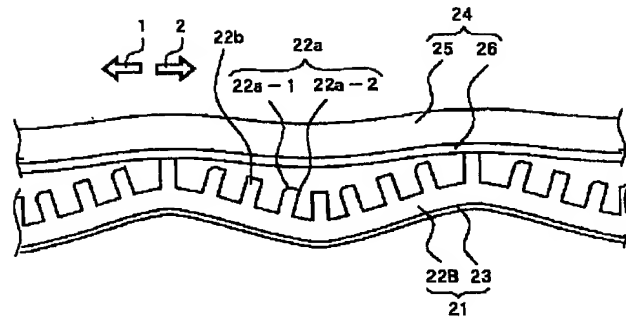
【図 11】



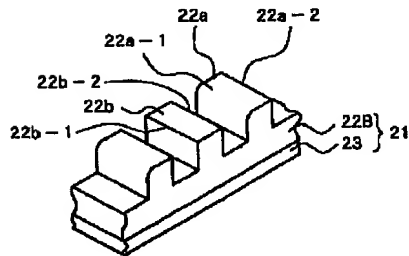
【図 12】



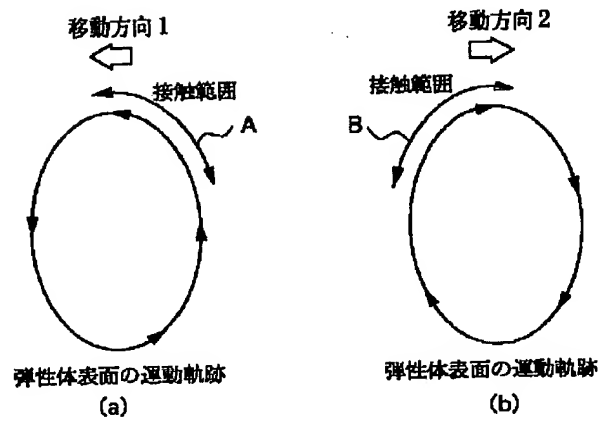
【図 13】



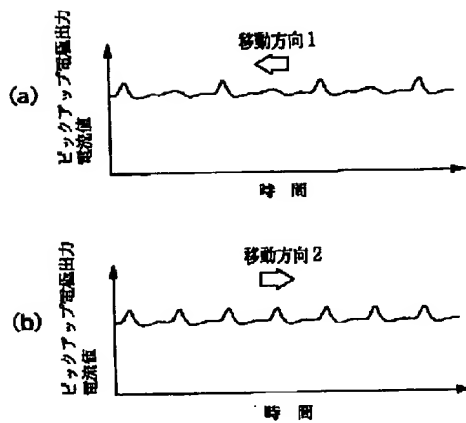
【図 14】



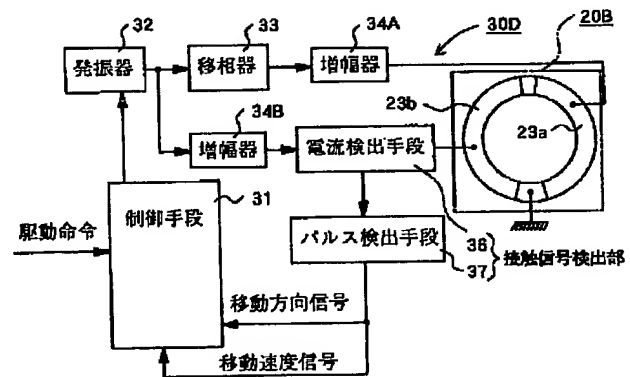
【図 15】



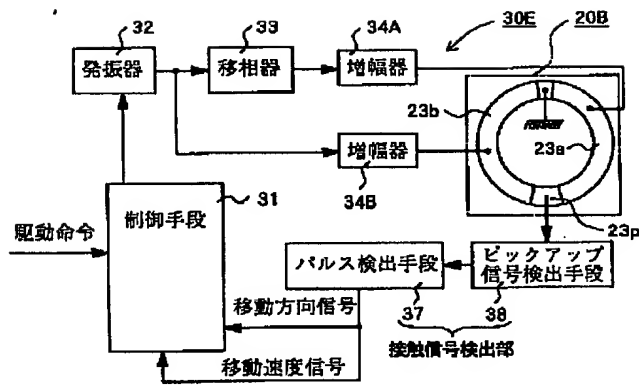
【図 16】



【図 17】



【図 18】



【図 19】

